

COMUNICACIONES

La experiencia pionera de la rehabilitación estructural de viviendas en Catalunya. El trabajo de los arquitectos Buxadé y Margarit.

David Hernández Falagán
david@falagan.org

BLOQUE: LA REHABILITACIÓN EN LA NUEVA POLÍTICA DE VIVIENDA

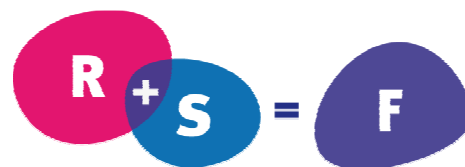
Hace tiempo que el modelo de rehabilitación forma parte de la estrategia pública de vivienda en Catalunya. La utilización de esta herramienta, sin embargo, ha estado ligada con demasiada frecuencia a intervenciones masivas en barriadas y polígonos periféricos, afectados de manera integral por las patologías que caracterizaron las construcciones del desarrollismo irresponsable. Las deficiencias de sustentación de urbanizaciones desubicadas y la epidemia constructiva del cemento aluminoso se convirtieron en problemas endémicos para gran parte del parque construido. Las dimensiones de la tragedia rebasaron, seguramente, las que pudiéramos imaginar en primera instancia, pero la oportunidad y discreción del compromiso rehabilitador han servido para amortiguar las repercusiones del problema.

Ambas condiciones, oportunidad y discreción, podrían ser atribuibles en la misma medida a dos arquitectos que han trabajado durante más de 30 años en la rehabilitación de viviendas, convirtiéndose en protagonistas anónimos de buena parte de las experiencias de rehabilitación estructural de la periferia barcelonesa. Buxadé y Margarit, brillantes catedráticos de estructuras de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, aceptaron desarrollar sus conocimientos al servicio de la arquitectura más modesta, ofreciendo un conjunto de planteamientos, criterios y soluciones constructivas a tener en consideración especialmente ahora que la actividad de rehabilitación se propone en el primer plano del sector edificatorio.

Buxadé y Margarit, arquitectos

Joan Margarit Consarnau (Sanaüja, 1938) y Carles Buxadé Ribot (Barcelona, 1942) pertenecen a la rica generación de arquitectos catalanes nacidos en torno al año 1940 que, en plena madurez profesional, construyeron la Barcelona olímpica. Nos referimos a nombres de la talla de Albert Viaplana (Barcelona, 1933), Ricardo Bofill (Barcelona, 1939), Lluís Clotet (Barcelona, 1941), Óscar Tusquets (Barcelona, 1941), Esteve Bonell (Banyoles, 1942), Jaume Bach (Sabadell, 1943), Carlos Ferrater (Barcelona, 1944) o Jordi Garcés (Barcelona, 1945), exponentes destacados de la diversidad arquitectónica de la regeneración barcelonesa⁽¹⁾.

Especialistas precoces en el cálculo y diseño de estructuras metálicas, Buxadé y Margarit desarrollaron una importante labor académica desde la práctica docente y un encomiable esfuerzo divulgativo a partir de los diferentes ensayos técnicos que publicaron al inicio de la década de 1970⁽²⁾. Sin duda varios de sus proyectos más celebrados dejan constancia de los amplios conocimientos técnicos que desplegaron desde el punto de vista teórico: el estadio olímpico “Lluís Companys” de Montjuïc (1989), el estadio “Carlos Tartiere” de Oviedo (2000) o el pabellón “Fernando Buesa” de Vitoria (1999) son ejemplos de arquitectura deportiva que demuestran el profundo dominio de los aspectos estructurales. No en vano, los mismos arquitectos son los encargados, desde 1985, de la estructura de la Sagrada Familia de Barcelona.



COMUNICACIONES

Gran parte del trabajo de Buxadé y Margarit se ha centrado en el ámbito de la restauración y la rehabilitación arquitectónica, siendo dignas de mención sus intervenciones en un buen número de obras del patrimonio catalán. Es el caso de restauraciones como la del monumento a Cristóbal Colón de Barcelona (1983), el Palau Güell de Gaudí (1983), la torre del edificio de administración del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona (1984), el Edificio del Reloj de la Escuela Industrial de Barcelona (1989), la fábrica Aymerich, Amat i Jover de Terrassa (1986) o, más recientemente, la antigua Aduana de Barcelona (actual Delegación del Gobierno) o el Palacio de Justicia de Barcelona (ambas en proceso de realización).

La trayectoria de Buxadé y Margarit conjuga, por tanto –y sin hacer mención de otras muchas obras de interés–, el conocimiento experto en el campo del diseño estructural con una experiencia profesional envidiable en materia de rehabilitación y restauración. Ambas circunstancias hacen recomendable la revisión de su trabajo, especialmente cuando se trata de los autores de los proyectos más importantes de consolidación, refuerzo y rehabilitación de polígonos de vivienda de los últimos 25 años.

Actuaciones masivas de rehabilitación de viviendas

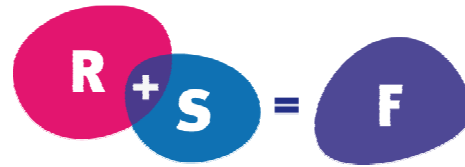
En 1985 la empresa pública catalana ADIGSA (Administración, Promoción y Gestión, S.A.), vinculada al Departamento de Medio Ambiente y Vivienda, recibe las competencias en materia de vivienda pública que hasta la fecha conservaba el estado. Las nuevas circunstancias permiten abordar, desde la entidad catalana, la rehabilitación del maltrecho parque de viviendas heredado de los diferentes planes de emergencia y urgencia social de la época desarrollista⁽³⁾. Entre los arquitectos seleccionados entonces para la inspección de viviendas y el análisis de sus patologías destacan Buxadé y Margarit, quienes más tarde realizarán intervenciones en diferentes barrios y polígonos catalanes.

El empuje inicial de ADIGSA y el impulso promotor de otras entidades locales –como el Patronato Municipal de la Vivienda de Barcelona– ha permitido a Buxadé y Margarit acometer la rehabilitación de, entre otros, los barrios de Espronceda (Sabadell – 1284 viviendas), Sud Oest Besòs (Barcelona – 1600 viviendas), J.A. Parera (Barcelona – 1200 viviendas), Torreforta (Tarragona – 350 viviendas), La Pau (Barcelona – 1300 viviendas), La Guineueta (Barcelona – 1500 viviendas), Can Cuyàs (Montcada i Reixac – 150 viviendas), el Turó de la Peira (Barcelona – 3000 viviendas) o el barrio del Carmel en Barcelona.

El carácter de las intervenciones ha sido variable, dependiendo de las necesidades y las motivaciones de cada caso: se han rehabilitado interiores, aislado fachadas, reconstruido cubiertas, recalzado cimientos mediante micropilotaje, reparado cámaras sanitarias o reforzado forjados –en muchos casos aluminosos. Se trata, sin duda, de un volumen de intervención verdaderamente considerable, que trataremos de analizar mediante la revisión de tres de sus proyectos. Dadas las características de los autores, nos detendremos a observar especialmente las características de las actuaciones estructurales propuestas, todo ello con el objetivo de extraer aquellas conclusiones que puedan ser de utilidad en el marco de una nueva política de vivienda que incluya la rehabilitación entre sus prioridades.

En los casos que veremos, las viviendas del Turó de la Peira aquejaban problemas estructurales ligados a la presencia de cemento aluminoso, el polígono Parera presentaba anomalías en los sistemas de sustentación y el polígono de La Pau mostraba deformaciones estructurales muy preocupantes. La adecuada diagnosis de cada caso y el diseño imaginativo de las intervenciones han permitido la conservación, rehabilitación y adecuación de barrios habitados por cientos de personas.

Los procesos quirúrgicos que definen los proyectos de refuerzo y rehabilitación redactados por Buxadé y Margarit se alejan de la grandilocuencia de arquitecturas de nueva planta de sus contemporáneos, pero demuestran una implicación ejemplar que merece ser difundida.



COMUNICACIONES

El Turó de la Peira

El barrio del Turó de la Peira se ubica en torno a la colina que le da nombre, dentro del distrito de Nou Barris de Barcelona. Se trata de un grupo de 'casas baratas' construido en los años 60 por el grupo Sanahuja. Desde el año 1991 se han venido detectando hasta 3000 viviendas con diferentes tipos de patologías, entre ellas la aluminosis. Una tercera parte de esas viviendas han tenido que ser sustituidas, mientras que el resto se han ido acogiendo a los programas públicos subvencionados de rehabilitación.

El grupo del Turó de la Peira repite una tipología de vivienda configurada en forma de H con cuatro viviendas por rellano y dos patios interiores de ventilación. Los bloques tienen seis plantas, más las correspondientes al ático y sobreático, además de un sótano que no ocupa toda la planta. La estructura vertical está formada por muros de carga longitudinales, contruidos con bloques de hormigón y escasamente trabados, salvo las excepciones de las cajas de escalera y los testeros. La estructura horizontal está formada por viguetas prefabricadas de hormigón armado, apoyadas directamente sobre los muros.

El análisis detallado de las edificaciones demostró la existencia de multitud de patologías constructivas localizadas fundamentalmente en muros y forjados. Concretamente, se detectó cemento aluminoso en un 10% de las viguetas analizadas y un alto porcentaje de porosidad en la gran mayoría, lo que fue provocando el deterioro desigual de los forjados de acuerdo con su nivel de exposición a la humedad.

Las actuaciones propuestas y llevadas a cabo se concentraron en la reparación y refuerzo estructural, por cuanto estas patologías eran causantes de múltiples defectos en la envolvente de los edificios. Concretamente, se planteó el refuerzo y reparación de todas las viguetas en contacto con atmósferas húmedas, además de la revisión individualizada del resto. Se propuso también el refuerzo de los muros de carga (siempre acompañado de los pertinentes ensayos de resistencia a compresión de los mismos), así como el cosido de sus grietas y fisuras. Finalmente, se acometieron actuaciones de rehabilitación de las fachadas con el objetivo de mejorar su impermeabilidad y aislamiento, limitando de esta manera el acceso de humedad a los elementos portantes, ya fuera por falta de estanqueidad o por condensación.

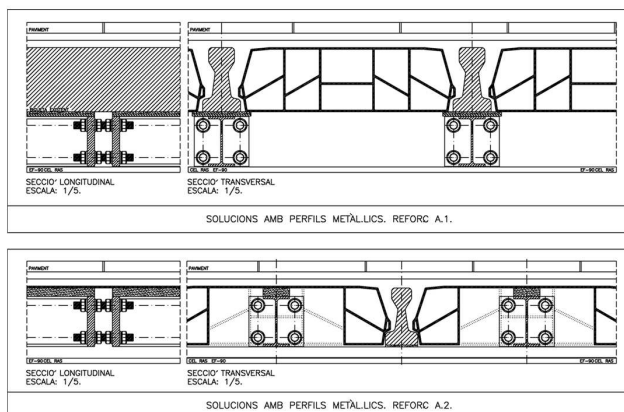
El refuerzo estructural de los forjados destaca por la sistematización del análisis y de las soluciones propuestas, ajustándose en cada caso el remedio a la enfermedad. Concretamente se han clasificado habitualmente tres tipos de situaciones de las viguetas: las que presentan un buen estado aparente, las que muestran deterioros puntuales o puntos de óxido, y las que se encuentran fisuradas, rotas, excesivamente deformadas o con aspecto marronoso o poco compacto. Son estas últimas las que reciben las actuaciones más contundentes, consistentes en refuerzos inferiores con elementos metálicos (laminados o corrugados según el caso), diseñados en todo momento para conseguir la mínima incidencia arquitectónica en la vivienda durante el proceso constructivo y una vez finalizada la intervención.

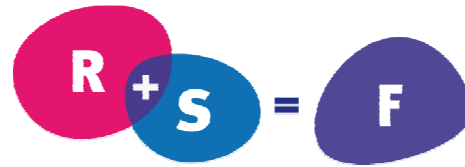
Las actuaciones en el Turó de la Peira se iniciaron en el año 1993, si bien el proceso de rehabilitación se mantiene por la manifestación tardía de las lesiones de algunos de los bloques.



COMUNICACIONES

Rehabilitación del conjunto de viviendas del Turó de la Peira





COMUNICACIONES

Parera

El polígono Juan A. Parera, cuyas diferentes fases suman más de 1600 viviendas, se encuentra ubicado entre las calles Fluvà, Menorca, Treball y Guipúzcoa, en el extremo este de la ciudad de Barcelona, distrito de Sant Martí. En este caso las tipologías edificatorias – variables según los diferentes bloques construidos en la década de 1950– repiten conjuntos de escalera central y dos viviendas por rellano, con una crujía total en torno a los 7,5 metros de anchura.

La intervención en este barrio se remonta al estudio realizado por los arquitectos Víctor Seguí y Esteve Vicenç en su *Estudio de la incidencia actual de la utilización del cemento aluminoso en el período 1950-70 en el parque de viviendas administrados por ADIGSA, Empresa Pública*, donde se analiza de manera particular el polígono Parera, reflejando un buen estado general, pero alertando de la presencia puntual de viguetas aluminosas en mal estado.

Con este documento en sus manos, Buxadé y Margarit redactan, en 1992, un dictamen en el que recomiendan el refuerzo de los forjados de las plantas bajas (las viguetas de las plantas superiores resultan no ser aluminosas) y de las cámaras sanitarias de los sótanos de todo el polígono. Al mismo tiempo recomiendan reforzar los sótanos y realizar un análisis sistemático de sus muros y de las cimentaciones de los machones centrales, ya que se habían encontrado síntomas de deterioro en el hormigón de estos elementos, que afectaban a la estabilidad de las viguetas.

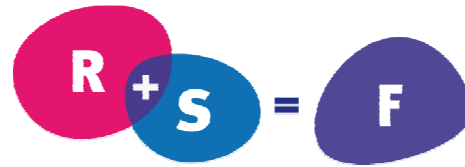
En estas circunstancias, el proyecto de intervención contempla, en primer lugar, el refuerzo de los elementos de sustentación de los edificios. Concretamente, se propone el micropilotaje de los muros de sótano, priorizando en todo momento su realización desde el exterior. Esta actuación consiste en el apoyo del muro con un encepado lineal continuo, a la altura del forjado del sótano, ejecutado sobre una línea de micropilotes paralelos al muro original. Desde el interior se procede al refuerzo del muro, mediante la construcción de un trasdosado interior de hormigón armado, también micropilotado.

Por otra parte se plantea el refuerzo de los forjados de las plantas baja y sótano, para lo cual se utilizará un sistema que los autores repetirán en diferentes ocasiones. De hecho, los propios Buxadé y Margarit, junto con las entidades ADIGSA y el Patronato Municipal de la Vivienda, patentarán una *Solución seca*, que establecerán como metodología de refuerzo exportable a múltiples actuaciones.

Definiéndola brevemente, se trata de una solución estructural de refuerzo de forjados, ejecutable en toda la superficie de una vivienda, sin modificar la compartimentación y sin necesidad de desalojar a los usuarios. Se basa en la colocación de elementos resistentes ligeros bajo las viguetas del forjado a reforzar. Se trata de tramos de perfiles metálicos, acabados con placas en los testeros, que garantizan la continuidad entre los tramos y con el elemento reforzado.

Como en la mayor parte de las intervenciones de Buxadé y Margarit, se ha procedido a delimitar el ámbito de la actuación de refuerzo siguiendo un criterio de cómputo de la seguridad que es capaz de asumir cada elemento constructivo. Por este motivo, se contemplan las actuaciones de mantenimiento que permiten el seguimiento de los elementos no intervenidos para detectar convenientemente la aparición de nuevas lesiones que pudieran producirse.





COMUNICACIONES

La Pau

El Polígono de la Pau, construido en los años 1965-66, se ubica entre las calles Guipúzcoa, Extremadura, Rambla de Prim y Gran Vía de las Cortes Catalanas, también en el distrito de Sant Martí. Se trata, en este caso, de un conjunto heterogéneo del que forman parte edificios de muy diferentes tipologías arquitectónicas. Destaca, entre ellos, la presencia de algunos bloques de 17 plantas configurados según el modelo 'moderno' de acceso por galería y configuración de las viviendas en dúplex, todo ello en una profundidad edificada de 12 metros.

Detengámonos en la intervención realizada a estos bloques, repasando sus características constructivas. Disponen de una estructura de pilares, jácenas y diagonales de acero laminado, mientras que los forjados están formados por viguetas cerámicas, armadas con acero longitudinalmente.

Alertados en este caso por la aparición de importantes deformaciones estructurales, Buxadé y Margarit plantean inicialmente un análisis depurado de la capacidad resistente de los elementos constructivos, a fin de ser comparada con las solicitaciones a las que se ven sometidos. Se comprueba, en este sentido, que la mayoría de las tensiones obtenidas en los pilares no son admisibles de acuerdo con las normativas vigentes. Se hace necesario, por tanto, el refuerzo estructural que permita garantizar la seguridad estructural.

Dada la singularidad del conjunto, en la que un único edificio llega a alojar más de 100 viviendas, la propuesta de actuación se plantea con la intención de mantener el uso y producir el menor número de molestias a los ocupantes. Por este motivo se propone una intervención estructural de gran escala que se ejecuta mayoritariamente desde el exterior del edificio.

El planteamiento comienza añadiendo dos pilares metálicos a cada uno de los pórticos transversales del edificio, que se conectan en cada nivel estructural. Los cimientos de cada uno de estos nuevos pilares serán micropilotados. Cuando los nuevos pilares llegan a la parte superior del edificio se conectan transversalmente mediante una cercha triangulada que se coloca sobre la cubierta plana. La cercha tiene la función de servir de punto de anclaje para una serie de barras tensadas tipo GEWI, que se anclan en puntos intermedios del nuevo nivel superior para descender por toda la altura del edificio y descargar de tensiones cada una de las plantas.

Se obtiene de esta manera un refuerzo estructural de gran escala que a la vez sirve de plantilla para la rehabilitación de la propia envolvente de los edificios. Es el caso de las galerías de acceso, donde además se ha procedido a reforzar la impermeabilización, limitando los accesos de humedad que pudieran en el futuro afectar a la estructura metálica.

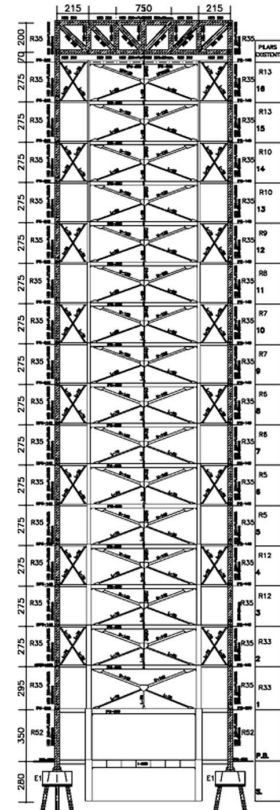
La intervención estructural global se ha acompañado de actuaciones de refuerzo de los forjados, mediante la colocación de elementos resistentes ligeros bajo las viguetas (de acuerdo con el procediendo de *Solución seca* que ya hemos mencionado).

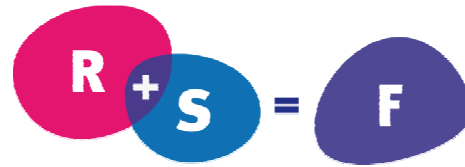
Las actuaciones, en algún caso todavía en ejecución, demuestran el interés de los arquitectos por la exploración de las máximas posibilidades de actuación con el mínimo coste posible y la mínima molestia a los ocupantes.



COMUNICACIONES

Rehabilitación del polígono La Pau





COMUNICACIONES

Conclusiones

Existen características comunes en torno a las causas por las cuales un edificio debe ser rehabilitado. Características que, siguiendo las propias reflexiones de Buxadé y Margarit⁽⁴⁾, procedemos a identificar:

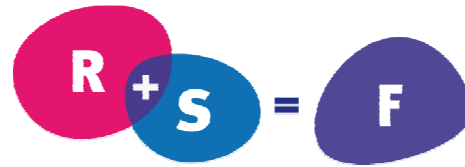
- Errores en el cálculo estructural del edificio. Este tipo de errores tienen relación con la medida de la seguridad que debe aplicarse en el cálculo. Un coeficiente de seguridad inadecuado puede llegar a ser más peligroso que un edificio que colapsa antes de ser ocupado por errores de cálculo. El coeficiente de seguridad de una estructura es, probablemente, uno de los factores de conservación más importante.
- Errores de resistencia de los materiales. Calidades de hormigón no recomendables para algunas funciones, áridos contenedores de sulfatos de hierro o cementos aluminosos son frecuentemente protagonistas de algunas de las patologías que se repiten masivamente en muchas de las construcciones rehabilitadas.
- Errores en los procesos constructivos. La emergencia (o la relajación) con la que se realizan muchos planteamientos constructivos provoca a menudo carencias en las construcciones. También la escasez de recursos se hace, a no tan largo plazo, patente en las edificaciones. Conviene distinguir siempre los factores constructivos que deben ser analizados en cada caso, otorgando prioridad a la resolución de los problemas de estabilidad y a los de estanqueidad, origen de la mayor parte de patologías presentes en los edificios.

Pueden distinguirse, por otra parte, dos tipos principales de actuaciones de refuerzo estructural:

- Planteamientos de reparación específicos de las estructuras originales que permitan la recuperación de su capacidad portante.
- Planteamientos de estructuras paralelas a las originales y ligadas entre sí, que aumenten la capacidad resistente y la rigidez del conjunto de la estructura.

Finalmente, la experiencia de Buxadé y Margarit permite establecer algunos criterios a tener en cuenta en el momento de plantear la rehabilitación de un edificio de viviendas:

- Es conveniente que el edificio sufra los mínimos cambios posibles. Ello implica minimizar al máximo los espesores de refuerzos estructurales, y reducir al mínimo las implicaciones que la intervención pueda tener en la configuración arquitectónica del edificio.
- El coste de la intervención debe estar perfectamente limitado y debe poder compararse en todo momento con el coste de la posible sustitución, parcial o total, del elemento arquitectónico. Los factores económicos, sociales y medioambientales, establecerán en cada caso las ratios en los que debe plantearse la rehabilitación.
- Conviene otorgar la máxima importancia al nivel de análisis estructural. El control de los factores de seguridad en cálculos de segundo orden permite obtener un conocimiento del elemento dañado suficientemente amplio como para minimizar la intervención con el objetivo de alcanzar la seguridad requerida.



COMUNICACIONES

Recomendaciones a una nueva política de vivienda

De las experiencias protagonizadas por Buxadé y Margarit conviene tener presentes los factores que han favorecido las intervenciones y que conviene situar como premisas a la hora de plantear nuevos procesos de rehabilitación:

Análisis previo. En todas y cada una de sus intervenciones se ha contado con una infraestructura suficiente para el análisis adecuado de los factores que han provocado las lesiones. La diagnosis previa, realizada por laboratorios y agentes independientes a la propiedad y a los técnicos, otorga un conocimiento que facilita la toma de decisiones posteriores.

Implicación de los usuarios. El ocupante de un edificio es su principal conocedor y una persona que puede facilitar la tarea de rehabilitación y de mantenimiento posterior, si fuera necesario. La intervención debe mejorar las prestaciones de las viviendas sin modificarlas, y evitar, en lo posible, su desalojo temporal.

Análisis estructural. Debe conocerse el factor de seguridad que asume la estructura existente y acotar la intervención para alcanzar la seguridad requerida.

Análisis económico y medioambiental: Conviene comparar en cada caso los costes económicos y ecológicos de las reparaciones y las sustituciones.

Finalmente, una nueva política de vivienda que pretenda fomentar la rehabilitación y el reciclaje urbano del tejido construido, no debe pasar por alto la oportunidad de revisar las experiencias pioneras –especialmente las surgidas de nuestro propio ámbito geográfico y cultural– que dibujan un utillaje técnico e intelectual a nuestro alcance.

⁽¹⁾ Buchanan, Peter: "Monumentos a una *civitas* clásico-constructivista". *Barcelona. Arquitectura y Ciudad*, pp. 21-25, Gustavo Gili, Barcelona, 1990.

⁽²⁾ Sus textos más destacados son:

Buxadé Ribot, Carles; Margarit Consarnau, Joan: *Introducción a una teoría del conocimiento de la arquitectura y del diseño*, Blume, Barcelona, 1969.

Buxadé Ribot, Carles; Margarit Consarnau, Joan: *Cálculo matricial de estructuras de barras*, Blume, Barcelona, 1970.

Buxadé Ribot, Carles; Margarit Consarnau, Joan: *Cálculo general de estructuras laminares*, ETSAB, Barcelona, 1971.

Buxadé Ribot, Carles; Margarit Consarnau, Joan: *Las mallas espaciales en arquitectura*, Gustavo Gili, Barcelona, 1972.

⁽³⁾ AA.VV.: *De les cases barates als grans polígons*, pp. 33-44, Patronat Municipal de l'Habitatge, Ajuntament de Barcelona, Barcelona, 2003.

⁽⁴⁾ Buxadé Ribot, Carles; Margarit Consarnau, Joan: "La construcció, d'un pretèrit imperfecte a un futur perfecte", *Primer Congrés El cas dels sostres: experiències i perspectives*, pp. 147-155, ADIGSA, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 1996.